

**Vergleich der Früh- und Spätergebnisse
nach verschiedenen Operationsmethoden bei
valvulärer und infundibulärer Pulmonalstenose**

Ein Bericht über 255 Fälle

Vladimir Krcmar

1977
—



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555626_0031

Aus der Herzchirurgischen Klinik der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. W. Klinger

Vergleich der Früh- und Spätergebnisse nach verschiedenen
Operationsmethoden bei valvulärer und infundibulärer Pul-
monalstenose.

Ein Bericht über 255 Fälle.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München



vorgelegt von

Vladimir Krcmar

aus

München

1977

Mit Genehmigung der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. L. Brunner

Mitberichterstatter: Prof. Dr. W. Kliner

Dekan: Prof. Dr. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 26. 7. 1977



DISSERTATIONS- UND FOTODRUCK FRANK oHG
8 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2 8 0 9 0 9 0

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Einleitung	1
2. Pulmonalstenose	2
2.1. Pathologische Anatomie	2
2.2. Entwicklungsgeschichte	2
2.3. Pathophysiologie	3
2.4. Chirurgische Therapie	3
2.4.1. Die operative Behandlung der valvulären PSt mit Hilfe der EKZ	3
2.4.2. Die operative Behandlung der infundibu- lären PSt mit Hilfe der EKZ	4
2.4.3. Die operative Behandlung der valvulären PSt in Einflußsperre	4
2.4.4. Die operative Behandlung der valvulären PSt mit der Brockschen Sprengung	4
2.5. Prä- und postoperative Diagnostik	5
2.5.1. Präoperative Untersuchungen	5
2.5.2. Operationstechnik	5
2.5.3. Intraoperative Druckmessung	5
2.5.4. Postoperative Untersuchungen	5
3. Eigenes Krankengut	7
3.1. Zusammensetzung des Krankengutes	7
3.2. Altersverteilung	7
4. Behandlungsergebnisse	9
4.1. Hämodynamische Parameter	9
4.2. Klinische Symptomatik	14
4.3. Röntgendiagnostik	15
4.4. Elektrokardiogramm	16
4.5. Letalität	18
4.6. Reststenose	21

4.7. Pulmonalklappeninsuffizienz	23
5. Diskussion	25
6. Zusammenfassung	38
7. Literaturverzeichnis	39
Abbildung 1	8
Abbildung 2	10
Abbildung 3	11
Abbildung 4	12
Abbildung 5	19
Abbildung 6	22
Tabelle 1	7
Tabelle 2	16
Tabelle 3	17
Tabelle 4	20
Tabelle 5	24
Lebenslauf	46

1. Einleitung

Während eine Überlegenheit der operativen Behandlung der Pulmonalstenose (PSt) gegenüber der konservativen zur Zeit allgemein anerkannt wird, scheint die Diskussion über die Spätergebnisse hinsichtlich der hämodynamischen Parameter sowie der klinischen Befunde noch nicht beendet.

Aus diesem Grund wurden die Früh- und Spätergebnisse nach den verschiedenen Operationsmethoden bei valvulärer und infundibulärer PSt an einem umfangreichen Krankengut überprüft.

2. Pulmonalstenose

2.1. Pathologische Anatomie

Nach der Lokalisation unterscheidet man eine infundibuläre, valvuläre und periphere PSt.

Bei der valvulären PSt - der häufigsten Form - sind die Taschen der Pulmonalklappe an der Basis und/oder an den Rändern verdickt und verwachsen. Damit verbleibt ein zentrales oder exzentrisches Ostium von etwa 2 - 4 mm Durchmesser bei leichter oder 1 - 3 mm bei schwerer PSt. Außer dieser Stenose, die durch Verwachsung und Verdickung der Klappentaschen entsteht, gibt es auch Stenosen, die durch Verengung des Klappenringes bedingt sind.

Bei der infundibulären PSt - der selteneren Form - handelt es sich um eine Einengung im Bereich des Ostium infundibuli oder der ganzen Länge des Infundibulums. Auf Grund der Form und des histologischen Aufbaus läßt sich ein membranöser von einem fibromuskulären Typ unterscheiden. Der membranöse Typ ist durch ein fibröses Diaphragma unterhalb der Pulmonalklappe charakterisiert. Der fibromuskuläre Typ besteht aus fibröser und/oder muskulärer Einengung im Ausflußtrakt und ist als die eigentliche myokardiale infundibuläre PSt anzusehen.

Die periphere PSt findet man meistens in Kombination mit valvulärer oder infundibulärer PSt. Es handelt sich um Stenosen am Ursprung oder im Verlauf der Arteria pulmonalis (PA).

2.2. Entwicklungsgeschichte

Als entwicklungsgeschichtliche Ursache einer valvulären PSt vermutet man eine unvollständige Rechtsdrehung der linksdorsalen Truncus-arteriosus-Leiste, wodurch der Trun-

cus arteriosus communis ungleichmäßig unterteilt wird und die Pulmonalklappe kleiner als normal ausfällt. Für die Entstehung einer infundibulären PSt wird eine Entwicklungsstörung bei der Verschmelzung des Bulbus trunci in die Anlage des rechten Ventrikels angenommen. Nach Meinung von DOERR (12) dürfte die umschriebene Infundibulumstenose auf eine dysgenetisch bedingte Hypoplasie des Herzschauches in seinem Pulmonalisanteil zurückzuführen sein.

2.3. Pathophysiologie

Die Stenose der Pulmonalklappe oder des Infundibulums führt einerseits zu einer Erhöhung des Austreibungswiderstandes im rechten Ventrikel (RV) und andererseits zum Druckabfall in der PA. Der erhöhte Austreibungswiderstand hat eine Hypertrophie der rechten Kammermuskulatur zur Folge. Infolge der Strömungsturbulenz distal der Stenose kommt es in den meisten Fällen zu einer poststenotischen Dilatation der PA.

2.4. Chirurgische Therapie

2.4.1. Die operative Behandlung der valvulären PSt mit Hilfe der extrakorporalen Zirkulation (EKZ)

Nach dem Anschließen des Patienten an die Herz-Lungen-Maschine wird in totalem By-pass - völlige Drosselung des Blutzufusses zum rechten Herzen - die PA in Längsrichtung eröffnet. Ist bei Operationsbeginn durch Austastung des rechten Vorhofs ein offenes Foramen ovale festgestellt worden, so wird die Aorta abgeklemmt um eine Luftembolie zu verhindern. Danach wird die Klappe bis an den Rand der Kommissuren inzidiert. Falls man bei der Austastung von oben eine infundibuläre Stenose feststellt, kann diese über eine transversale Ventrikulotomie exzidiert werden. Die Inzision

der PA wird anschließend nach Auffüllen des RV und der PA über einer Satinsky-Klemme mit fortlaufender Naht verschlossen.

2.4.2. Die operative Behandlung der infundibulären PSt mit Hilfe der EKZ

Die infundibuläre PSt kann nur mit Hilfe der Herz-Lungen-Maschine korrigiert werden. Das Herz wird durch elektrisch induziertes Kammerflimmern stillgelegt und die Aorta in totalem By-pass abgeklemmt. Danach wird der rechte Ventrikel im Ausflußtrakt quer inzidiert. Der stenosierte fibröse und muskuläre Bezirk wird exzidiert. Die Pulmonalklappe selbst kann von unten geprüft und, falls eine Stenose vorliegt, an den Kommissuren inzidiert werden. Auf den Verlauf der Papillarmuskeln muß geachtet werden, dagegen hat die Durchtrennung des Moderator-Bandes keine Konsequenzen.

2.4.3. Die operative Behandlung der valvulären PSt in Einflußsperre

Der Thorax wird in medianer Längssternotomie eröffnet; nach Längsspalten des Pericards werden die beiden Hohlvenen umschlungen. An der PA werden zwei Haltenähte gelegt, die auch als Markierungspunkte zum Anlegen der Satinsky-Klemme dienen. Die PA wird über der Satinsky-Klemme eröffnet. Nach vollständiger Drosselung der beiden Hohlvenen und Absaugen des Blutes können die Klappentaschen dargestellt und die Kommissuren scharf inzidiert werden. Nach Lösen der Einflußsperre gestaltet sich das weitere Vorgehen wie unter 2.4.1. beschrieben.

2.4.4. Die operative Behandlung der valvulären PSt mit der Brockschen Sprengung

Der Brustraum wird in medianer Längssternotomie eröffnet

und das Pericard der Länge nach inzidiert. Durch die Stichinzision im RV wird der Zeigefinger eingeführt. Von der PA her wird ein Dilatator vorgeschoben, mit dessen Hilfe die Sprengung unter digitaler Kontrolle durchgeführt wird.

An der Herzchirurgischen Klinik der Universität München wird bei dem geschlossenen Vorgehen die von KLINNER (21) entwickelte Modifikation des TUBBS-Dilatators verwandt.

2.5. Prä.-und postoperative Diagnostik

2.5.1. Präoperative Untersuchungen

Die präoperative Diagnostik umfaßte bei allen Patienten neben der klinischen Untersuchung Phonokardiogramm, EKG, Röntgenaufnahme des Thorax und Herzkatheterisierung.

2.5.2. Operationstechnik

Von den 255 Operationen wurden 125 in Einflußsperre, 101 mit Hilfe der EKZ und 29 mit der Brockschen Sprengung durchgeführt. Als Indikation zur Operation galt in allgemeinen ein systolischer Druckgradient von >50 mm Hg oder ein systolischer Druck im RV von >70 mm Hg.

2.5.3. Intraoperative Druckmessung

Vor und unmittelbar nach der operativen Korrektur der PSt wurden die systolischen und diastolischen Drucke im RV und in der PA bestimmt. Die Messung führte man mit Hilfe eines Statham-Elements durch.

2.5.4. Postoperative Untersuchungen

In den ersten drei Jahren nach der Operation wurde bei den meisten Patienten mehrmals eine Untersuchung durchgeführt, wobei das Operationsergebnis auf Grund der Zwischen-

anamnese, des klinischen und des Röntgenbefundes, des EKGs sowie des Phonokardiogramms beurteilt wurde. Die erste dieser Untersuchungen wurde 2 - 3 Monate nach der Operation, die weiteren in jährlichen Abständen vorgenommen. Nach dem 3. postoperativen Jahr wurden nur wenige Patienten ausführlich klinisch untersucht. Aus diesem Grund waren nur die bis zu diesem Zeitraum gewonnenen Ergebnisse als repräsentativ zu werten.

3. Eigenes Krankengut

3.1. Zusammensetzung des Krankengutes

An der Herzchirurgischen Klinik der Universität München wurden von Januar 1959 bis Dezember 1975 255 Patienten mit PSt operiert. Diese Patienten wurden auf Grund der valvulären bzw. infundibulären PSt in zwei Kollektive aufgeteilt. Die Häufigkeit der beiden Stenoseformen gibt die Tabelle 1 wieder. Die Patienten mit begleitender infundibulärer Hypertrophie bei valvulärer PSt wurden der ersten Gruppe zugeordnet.

Diagnose	Häufigkeit	
	absolut	relativ
valvuläre PSt	227	89%
infundibuläre PSt	28	11%
zusammen	255	100%

Tab. 1: Häufigkeit der valvulären bzw. infundibulären PSt in unserem Krankengut.

Aus der Tabelle 1 geht hervor, daß die valvuläre PSt acht mal häufiger war als die infundibuläre.

3.2. Altersverteilung

Die Altersverteilung aller Patienten mit valvulärer und infundibulärer PSt ist aus der Abbildung 1 ersichtlich. Das Durchschnittsalter betrug 13,6 Jahre, wobei der jüngste Pa-

Anzahl der
Patienten

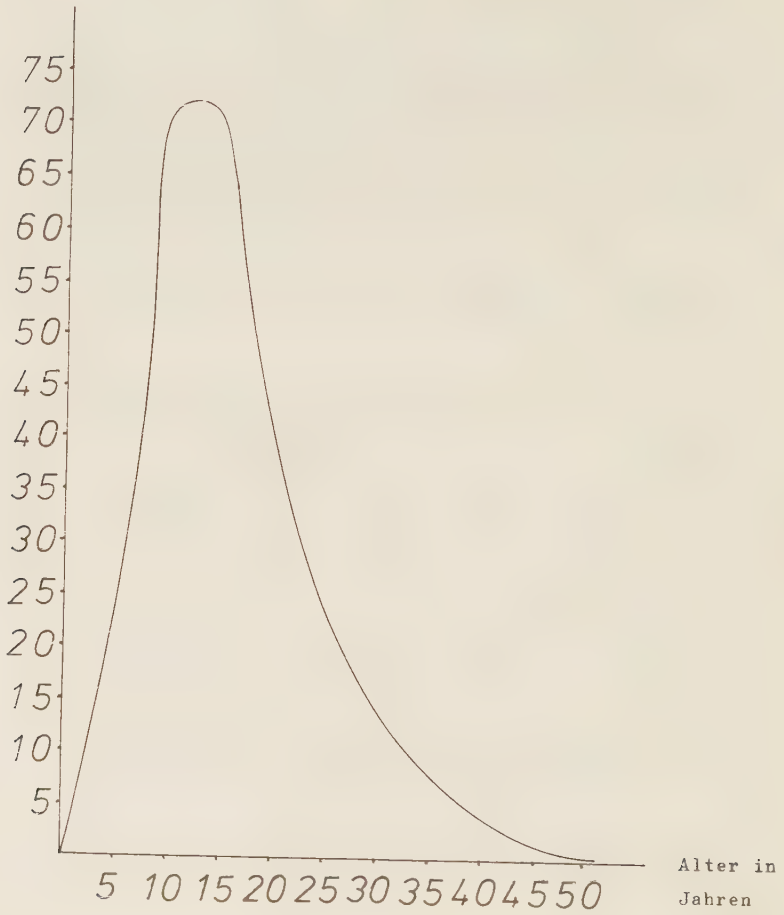


Abb. 1: Altersverteilung der 255 Patienten mit valvulärer
und infundibulärer PSt.

tient 4 Wochen und der älteste 54 Jahre alt war. Der Gipfel der asymmetrisch rechtsschief verlaufenden Verteilungskurve lag bei 13 Jahren.

4. Behandlungsergebnisse

4.1. Hämodynamische Parameter (intra- und postoperativ)

Von den 227 Patienten mit valvulärer PSt wurden 83 ausgewählt, bei denen prä- und unmittelbar postoperativ exakte Angaben über die Druckverhältnisse im RV und in der PA vorlagen. Zur operativen Behandlung wurde bei diesen Patienten in 37 Fällen die Einflußsperre, in 38 Fällen die EKZ und in 8 Fällen die Brocksche Sprengung angewandt. In den Abbildungen 2 und 3 sind die Einzel- und Mittelwerte der systolischen Drucke dieser Patienten dargestellt.

Aus der Gegenüberstellung der prä- und der postoperativen systolischen Drucke der 37 in Einflußsperre operierten Patienten geht hervor: der mittlere systolische RV-Druck betrug präoperativ 106 ± 27 mm Hg, gegenüber 65 ± 18 mm Hg postoperativ. Das bedeutet eine Senkung des mittleren systolischen RV-Druckes um 39%.

Der mittlere systolische PA-Druck blieb mit 21 ± 6 mm Hg präoperativ und 23 ± 7 mm Hg postoperativ fast unverändert.

Der mittlere systolische Druckgradient lag präoperativ bei 85 ± 21 mm Hg und sank auf 42 ± 11 mm Hg postoperativ ab.

Der mittlere systolische RV-Druck der 38 mit Hilfe der EKZ operierten Patienten lag präoperativ bei 113 ± 26 mm Hg, gegenüber 75 ± 19 mm Hg postoperativ. Damit wurde eine Senkung des mittleren systolischen RV-Druckes um 34% erreicht.

Der mittlere systolische PA-Druck stieg von 20 ± 6 mm Hg präoperativ auf 24 ± 8 mm Hg postoperativ an. Dies bedeutet

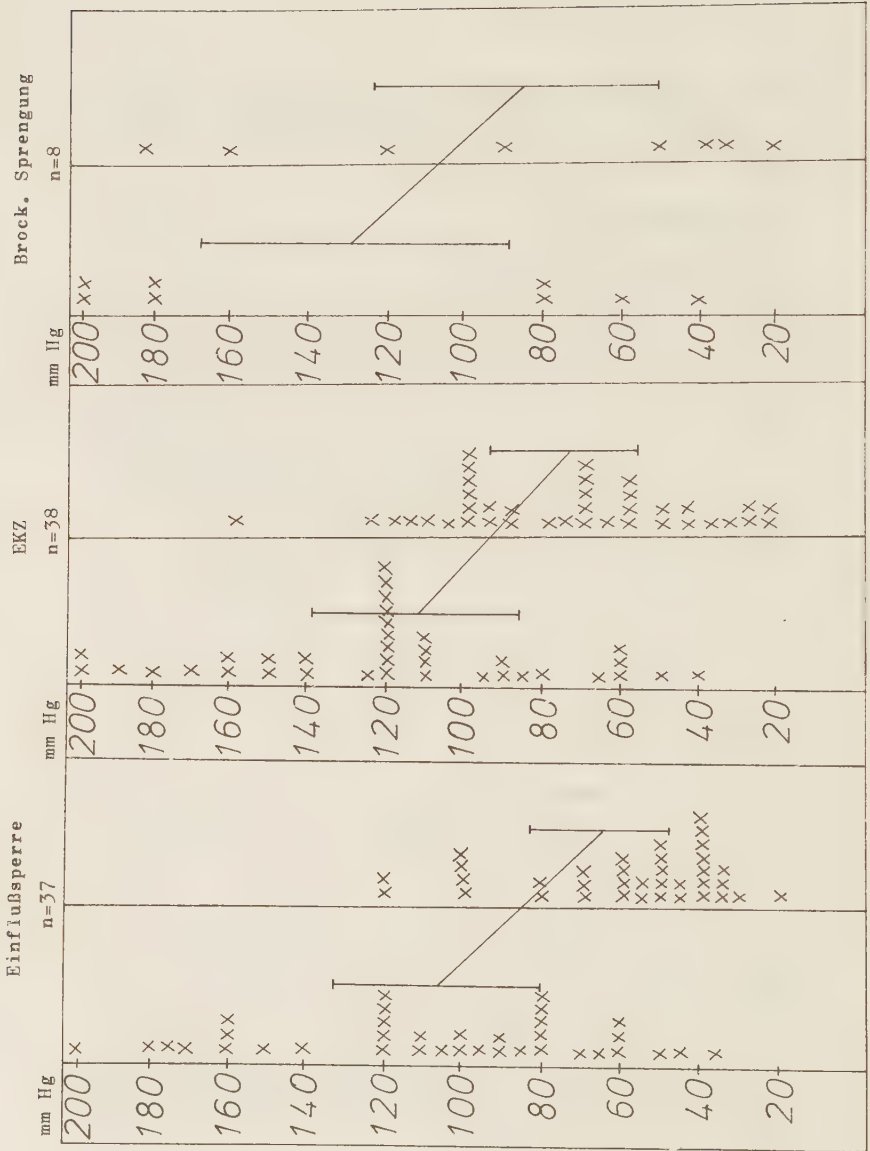


Abb. 2: Einzel- und Mittelwerte der systolischen Drucke, gemessen im RV, von 83 der 227 Patienten mit valvulärer PSt vor und unmittelbar nach Korrektur.

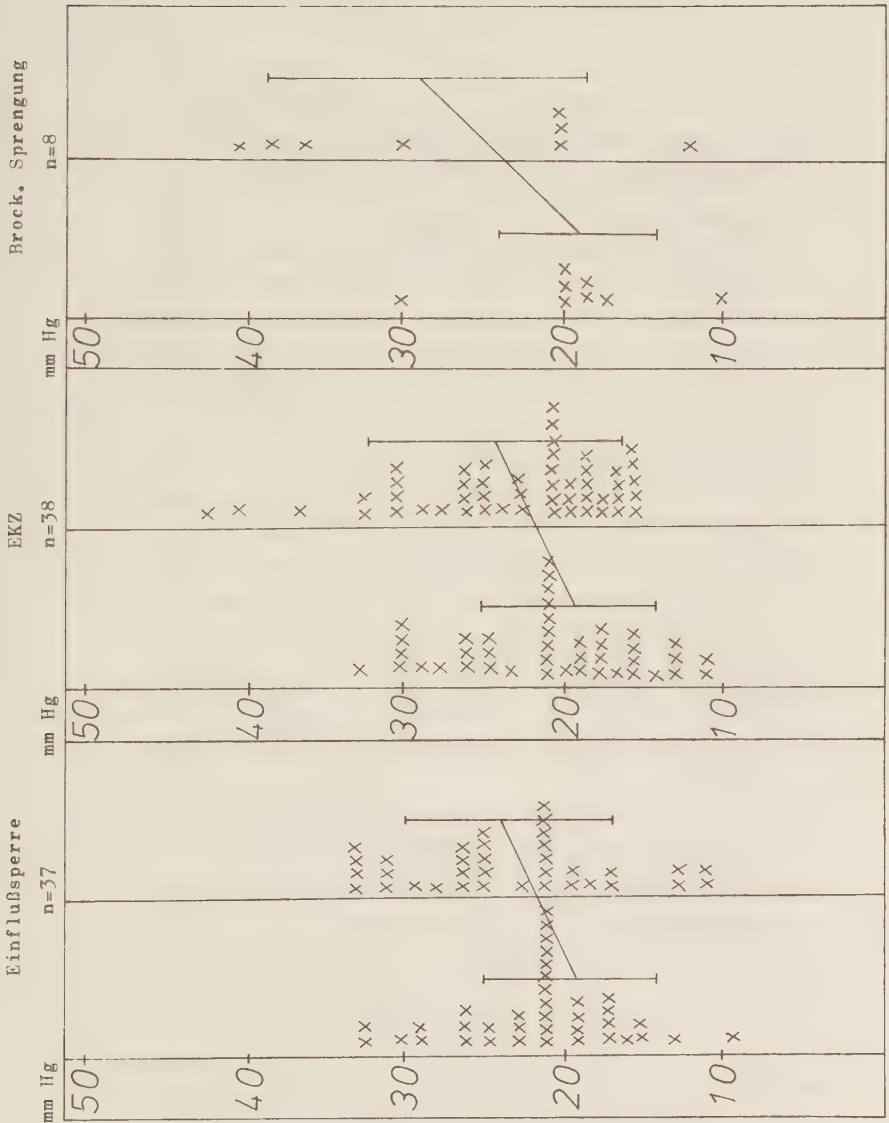


Abb. 3: Einzel- und Mittelwerte der systolischen Drücke, gemessen in der PA, von 83 der 227 Patienten mit valvulärer PSt vor und unmittelbar nach Korrektur.

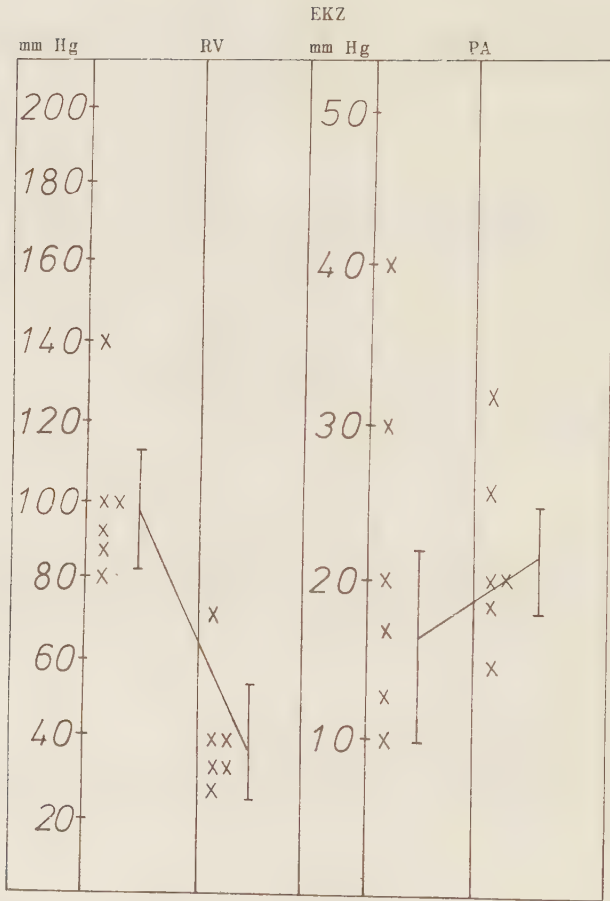


Abb. 4: Einzel- und Mittelwerte der systolischen Drucke, gemessen im RV und in der PA, von 6 der 29 Patienten mit infundibulärer PSt vor und unmittelbar nach Korrektur.

einen Anstieg des mittleren systolischen PA-Druckes um 15%.

Der mittlere systolische Druckgradient betrug postoperativ 51 ± 11 mm Hg gegenüber 93 ± 20 mm Hg präoperativ.

Die prä- und postoperativen systolischen Drucke der 8 von insgesamt 29 mit der Brockschen Sprengung operierten Patienten wurden trotz der kleinen Patientenzahl aufgeführt.

Der mittlere systolische RV-Druck sank von 128 ± 40 mm Hg präoperativ auf 87 ± 36 mm Hg postoperativ ab, was einer Senkung um 32% entspricht.

Der mittlere systolische PA-Druck stieg von 19 ± 5 mm Hg präoperativ auf 29 ± 10 mm Hg postoperativ an. Das bedeutet einen Anstieg des mittleren systolischen PA-Druckes um 54%.

Der mittlere systolische Druckgradient ging von 109 ± 35 mm Hg präoperativ auf 58 ± 26 mm Hg postoperativ zurück.

In der Abbildung 4 sind die Einzel- und Mittelwerte der systolischen Drucke von 6 der 28 Patienten mit infundibulärer PSt dargestellt. Diese systolischen Drucke wurden bei Operationsbeginn und bei Operationsende im RV und in der PA gemessen.

Aus der Gegenüberstellung der prä- und der postoperativen systolischen Drucke bei den 6 mit Hilfe der EKZ operierten Patienten ist ersichtlich: der mittlere systolische RV-Druck lag präoperativ bei 99 ± 15 mm Hg, gegenüber 42 ± 16 mm Hg postoperativ. Der mittlere systolische RV-Druck sank somit um 58% ab.

Der mittlere systolische PA-Druck stieg von 17 ± 6 mm Hg präoperativ auf 21 ± 3 mm Hg postoperativ an. Damit stieg der mittlere systolische PA-Druck um 24% an.

Der mittlere systolische Druckgradient lag präoperativ bei 87 ± 9 mm Hg und sank postoperativ auf 21 ± 13 mm Hg ab.

Innerhalb des ersten postoperativen Jahres wurden 12 Patienten wegen des Verdachts auf Rezidiv nachkatheterisiert. Von diesen Patienten waren 3 in Einflußsperre, 8 mit Hilfe der EKZ und 1 mit der Brockschen Sprengung operiert worden. 2 von 3 in Einflußsperre operierten Patienten wiesen eine Reststenose mit einem Druckgradienten von 10 bzw. 35 mm Hg auf. Bei dem dritten Patienten kam es während des ersten postoperativen Jahres zu einer erheblichen Infundibulumhypertrophie und einem damit verbundenen Anstieg des Druckgradienten auf 140 mm Hg. Von den 8 mit Hilfe der EKZ operierten Patienten zeigten 4 eine Reststenose mit einem Druckgradienten von 10 bis 30 mm Hg und 3 Patienten zwischen 50 bis 60 mm Hg. Bei einem Patienten wurde ein stark hypertrophiertes Infundibulum festgestellt, der Druckgradient war auf 85 mm Hg angestiegen. Der mit der Brockschen Sprengung operierte Patient wies bei der postoperativen Nachkatheterisierung einen systolischen Druckgradienten von 30 mm Hg auf.

4.2. Klinische Symptomatik

Als die typischen Symptome einer PSt treten vor allem Belastungsdyspnoe und Leistungsminderung auf, bei schwerer PSt auch Zyanose, pektanginöse Beschwerden sowie synkopale Anfälle. Neben diesen Symptomen findet sich bei den meisten Patienten eine durch die Herzhypertrophie bedingte Vorwölbung des Thorax und ein tastbares Schwirren im 2. und 3. Interkostalraum links bei der valvulären oder im 3. und 4. Interkostalraum bei der infundibulären PSt.

Aus unserem Kollektiv mit 255 Patienten konnten, entsprechend der Klassifizierung der New York Heart Association, präoperativ 77% dem klinischen Schweregrad I, d.h. ohne Lei-

stungseinschränkung, und 23% dem klinischen Schweregrad II, d.h. Leistungsgrenze bei stärkerer Belastung, zugeordnet werden. Kein Patient befand sich im klinischen Schweregrad III, d.h. Leistungseinschränkung bei geringer Belastung, oder IV, d.h. hochgradige Leistungseinschränkung mit Ruhebeschwerden. Bei den postoperativen Untersuchungen wiesen 98% der Patienten den klinischen Schweregrad I und nur 2% den klinischen Schweregrad II auf.

Fast gleiche prozentuale Ergebnisse zeigten sich hinsichtlich der peripheren Zyanose: 79% der Patienten waren präoperativ azyanotisch, 21% zyanotisch. Postoperativ dagegen konnte nur bei 2% der Patienten eine periphere Zyanose festgestellt werden.

4.3. Röntgendiagnostik

Von den 255 röntgenologisch untersuchten Patienten wurden 64 ausgewählt, bei denen postoperativ regelmäßige röntgenologische Kontrolluntersuchungen durchgeführt worden waren. Bei allen 64 Patienten lag eine valvuläre PSt vor, die in Einflußsperre oder mit Hilfe der EKZ beseitigt wurde. Eine Übersicht über die postoperative Änderung der Röntgenbefunde bei diesen Patienten gibt die Tabelle 2 wieder. Die ein Jahr postoperativ vorgenommenen röntgenologischen Kontrollen ergaben bei 11 Patienten (26%), die in Einflußsperre, und bei 4 Patienten (19%), die mit Hilfe der EKZ operiert wurden, eine normale Herzkonfiguration. Nach dem 3. postoperativen Jahr wiesen 17 (40%) der in Einflußsperre und 13 (62%) der mit Hilfe der EKZ operierten Patienten eine normale Herzgröße auf. Bei den restlichen Patienten konnte nur eine

geringe Abnahme der Herzgröße festgestellt werden.

Herzkonfiguration	Einflußsperre			EKZ		
	pr.o.	1 J.p.o.	3 J.p.o.	pr.o.	1 J.p.o.	3 J.p.o.
Rechtsvergrößerung des Herzen	43	32 74%	26 60%	21	17 81%	8 38%
unauffällige Herzkonfiguration		11 26%	17 40%		4 19%	13 62%
zusammen	43	43	43	21	21	21

Tab. 2: Prä- und postoperative Änderung der Röntgenbefunde der 43 bzw. 21 in Einflußsperre bzw. mit Hilfe der EKZ operierten Patienten.

4.4. Elektrokardiogramm

Die präoperativen EKG-Untersuchungen aller Patienten ergaben bei 94 ein der PSt entsprechendes EKG, d.h. Rechtsabweichen des QRS Hauptvektors in der Frontalebene sowie die Verschiebung der Umschlagszone in den unipolaren Brustwandableitungen nach links. Von diesen Patienten, bei denen prä- und postoperativ ausführliche EKG-Befunde vorlagen, wurden 56 in Einflußsperre, 25 mit Hilfe der EKZ und 13 mit der Brockschen Sprengung operiert. Die postoperative Änderung der EKG-Befunde dieser 94 Patienten, die ausnahmslos valvuläre PSt aufwiesen, ist der Tabelle 3 zu entnehmen.

EKG - Typ	Einflußsperre		
	prä.op.	1 Jahr p.o.	3 Jahr p.o.
Rechtstyp mit	n=56	n=50	n=42
Rechtshypertrophie	100%	89%	75%
Rechtstyp ohne		n=6	n=14
Rechtshypertrophie		11%	25%

EKG - Typ	EKZ		
	prä.op.	1 Jahr p.o.	3 Jahr p.o.
Rechtstyp mit	n=25	n=21	n=18
Rechtshypertrophie	100%	84%	72%
Rechtstyp ohne		n=4	n=7
Rechtshypertrophie		16%	28%

EKG - Typ	Brocksche Sprengung		
	prä.op.	1 Jahr p.o.	3 Jahr p.o.
Rechtstyp mit	n=13	n=12	n=12
Rechtshypertrophie	100%	92%	92%
Rechtstyp ohne		n=1	n=1
Rechtshypertrophie		8%	8%

Tab. 3: postoperative Änderung des EKG - Typs bei den einzelnen Operationsmethoden.

Die 1 Jahr postoperativen EKG-Befunde der 56 in Einflußsperre operierten Patienten zeigten bei 6 (11%) und in den beiden folgenden Jahren bei weiteren 8 Patienten (14%) eine Rückbildung der Rechtshypertrophie.

Ähnliche postoperative Normalisierungstendenz des EKG wurde auch bei den 25 mit Hilfe der EKZ operierten Patienten beobachtet. Von diesen wiesen 1 Jahr postoperativ 3 (12%) und in den beiden folgenden Jahren weitere 4 Patienten (16%) eine Abnahme der Rechtshypertrophiezeichen auf.

Im Kollektiv der 13 mit der Brockschen Sprengung operierten Patienten wurde nach dem 3. postoperativen Jahr nur bei einem Patienten eine Abnahme der Rechtsbelastung registriert.

Bei Patienten mit infundibulärer PSt erschien die Auswertung der EKG-Befunde als nicht sinnvoll, da nur bei 4 Patienten exakte prä- und postoperative Befunde vorlagen.

4.5. Letalität

Von den 255 operierten Patienten starben intraoperativ oder in der frühen postoperativen Phase (1. postoperativen Monat) 10, das entspricht einer Operationssterblichkeit von 3,5%. Damit lag auch die Gesamtletalität bei 3,5%, da keine Spättodesfälle auftraten.

Die Untersuchung der Letalität bei den einzelnen Operationsmethoden ergab: die höchste Letalität mit 10,3% wurde bei den mit der Brockschen Sprengung operierten Patienten festgestellt. Die Letalität bei Patienten, die mit Hilfe der EKZ operiert wurden, betrug insgesamt 5,9%. Diese Prozentzahl beinhaltet die Letalität in der Gruppe der 28 Patienten mit infundibulärer PSt, von denen 4 (14%)

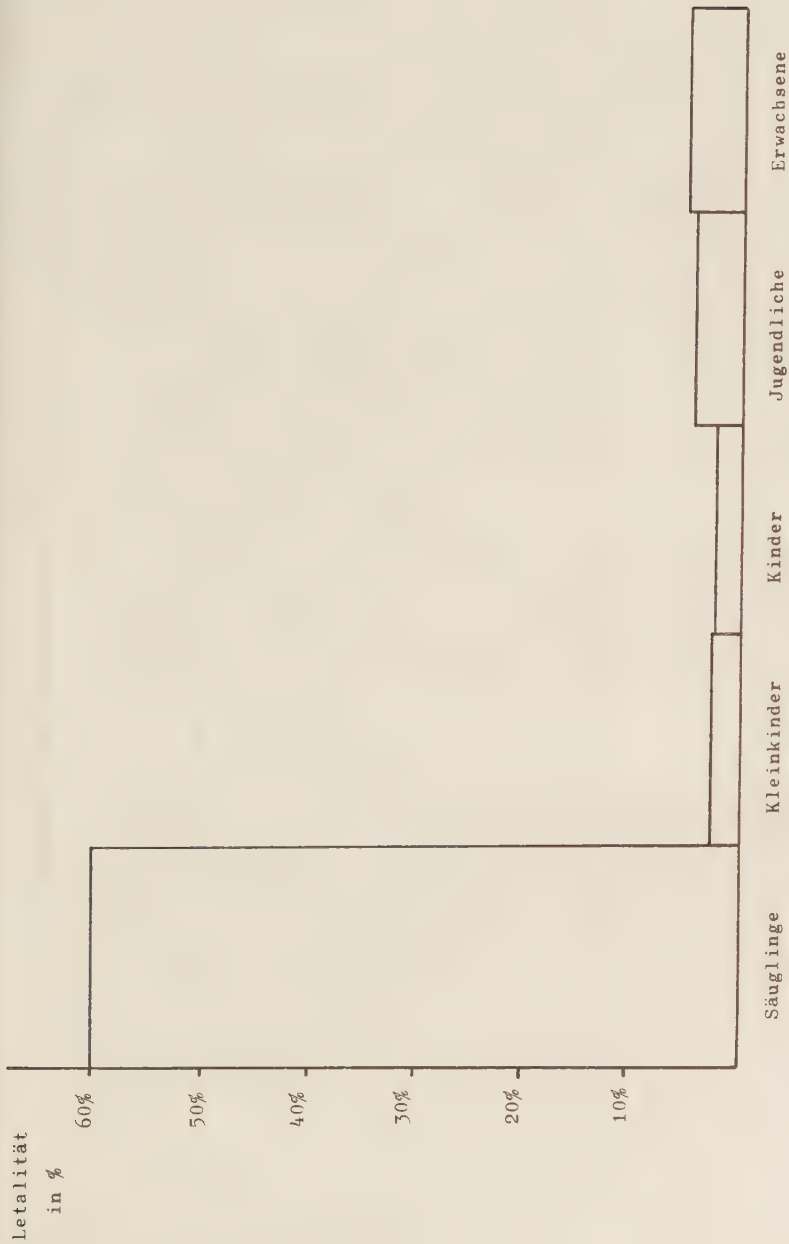


Abb. 5: Letalität in den verschiedenen Altersklassen bei der operativen Behandlung der pSt.

Operationsmethode	Alter	Todesursache	Zeit (postop.)
Einflußsperre	10 Jahre	Bronchopneumonie mit nachfolgender Sepsis	29 Tage
EKZ	21 Monate	prim. Herzversagen	1 Stunde
EKZ	7 Jahre	p.o. Lungenfunktions- störung bei Hyalinose der Lunge	5 Tage
EKZ	10 Jahre	prim. Herzversagen	1 Tag
EKZ	14 Jahre	Lungenembolie	17 Tage
EKZ	27 Jahre	prim. Herzversagen	10 Tage
EKZ	32 Jahre	Hirnembolie	2 Tage
Brocksche Sprengung	4 Wochen	prim. Herzversagen	1 Stunde
Brocksche Sprengung	4 Monate	prim. Herzversagen	8 Tage
Brocksche Sprengung	7 Monate	prim. Herzversagen	1 Stunde

Tab. 4: Todesursachen nach der operativen Behandlung der PST
bei den einzelnen Operationsmethoden.

verstarben, sowie unter den 72 Patienten mit valvulärer PSt, von denen 2 (2,8%) ad exitum kamen. Die niedrigste Letalität mit 0,8% wiesen die 125 in Einflußsperre operierten Patienten auf.

Die Korrelation zwischen der Letalität und den verschiedenen Altersklassen (Säuglinge 1., Kleinkinder 2.-6., Kinder 7.-15., Jugendliche 16.-20. und Erwachsene 21. Lebensjahr) ist in der Abbildung 5 dargestellt. Die höchste Letalität mit 60% wurde bei Säuglingen, gegenüber der niedrigsten mit 1,6% bei den 7.-15. jährigen Kindern registriert. In den anderen Altersklassen - Kleinkinder, Jugendliche und Erwachsene - lag die Letalität zwischen 1,8% und 3,6%.

Eine Übersicht der Todesursachen unter Berücksichtigung der verschiedenen Operationsmethoden gibt die Tabelle 4 wieder.

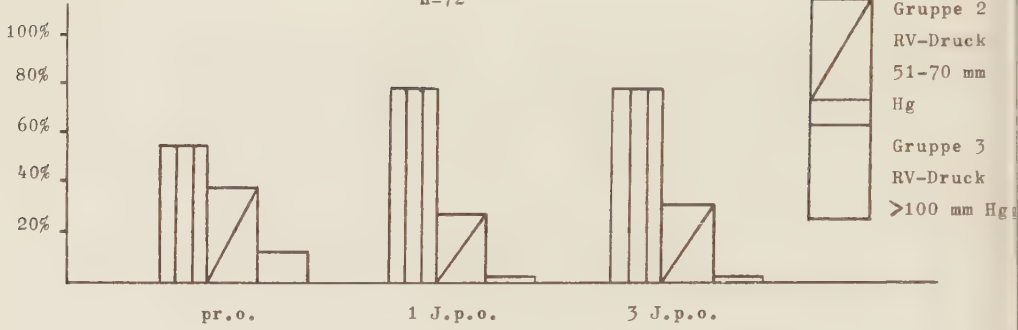
Von den 10 verstorbenen Patienten starben 6 an primärem Herzversagen, und jeweils 1 an Bronchopneumonie mit nachfolgender Sepsis, postoperativer Lungenfunktionsstörung bei Hyalinose der Lunge, Lungen- und Hirnembolie.

4.6. Reststenose

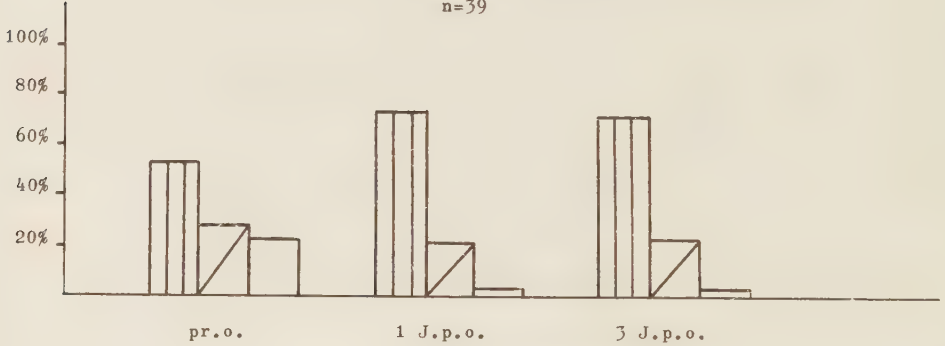
124 von den 255 operierten Patienten wurden in jährlichen Abständen phonokardiographisch untersucht. Diese Patienten mit ausnahmslos valvulärer PSt wurden in der Abbildung 6 nach dem Stenosegrad sowie der angewandten Operationstechnik aufgeteilt. Die Patienten mit einer leichten Reststenose - gemessen an der Intensität des systolischen Geräusches - wurden in Gruppe 1, die Patienten mit einer mittelschweren in Gruppe 2 und Patienten

Anzahl der
Patienten in %

Einflußsperre
n=72



EKZ
n=39



Brocksche Sprengung
n=13

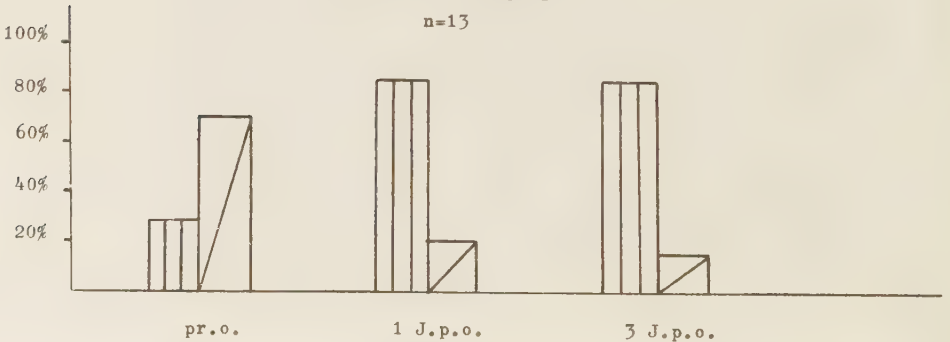


Abb. 6: prä- und postoperative Stenosegrad bei den einzelnen Operationsmethoden.

mit einer schweren Reststenose in Gruppe 3 eingeordnet.

Aus den ca. 1 Jahr postoperativ durchgeführten phonokardiographischen Untersuchungen geht hervor: bei annähernd 75% der in Einflußsperre bzw. der mit Hilfe der EKZ operierten Patienten wurde - gemessen an dem oben genannten Kriterium - eine leichte Reststenose festgestellt. 24% der Patienten, die in Einflußsperre, und 21% der Patienten, die mit EKZ operiert wurden, wiesen noch eine mittelschwere Reststenose auf. Von jedem Kollektiv befand sich 1 Patient in Gruppe 3, die einer schweren Reststenose entspricht.

In den folgenden zwei Jahren kam es innerhalb beider Kollektive zu jeweils einem Rezidiv bei Patienten, deren postoperativer Schweregrad zunächst als leicht bezeichnet worden war.

Die mit der Brockschen Sprengung operierten Patienten wurden wegen ihrer kleinen Patientenzahl (n=13) gesondert analysiert. Ein Jahr postoperativ war phonokardiographisch bei 83% der Patienten eine leichte und bei 17% eine mittelschwere Reststenose nachzuweisen. In den folgenden zwei Jahren blieb dieses prozentuale Verhältnis unverändert.

4.7. Pulmonalklappeninsuffizienz

Die 227 Patienten mit valvulärer PSt wurden bei den klinischen Nachuntersuchungen auskultatorisch und phonokardiographisch auf eine Pulmonalklappeninsuffizienz (PI) hin untersucht. Aus der Tabelle 5 ist die postoperative Häufigkeit der PI bei den drei Operationsmethoden zu entnehmen. Am häufigsten trat die postoperative PI bei den 29 mit der Brockschen Sprengung operierten Patienten auf, von denen - gemessen an der Intensität des diastolischen Geräusches - 17% eine leichte und 7% eine schwere PI hatten.

In Anbetracht dieses Kriteriums wurde bei den 125 in Einflußsperre operierten Patienten in 14% der Fälle eine leichte und in 3% eine schwere PI registriert.

Am seltensten kam die postoperative PI bei den 101 mit Hilfe der EKZ operierten Patienten vor. Von diesen Patienten wiesen 9% eine leichte und 3% eine schwere PI auf.

Schweregrad der PI	Einflußsperre n=125	EKZ n=101	Brocksche Sprengung n=29
leichte PI	17 (14%)	9 (9%)	5 (17%)
schwere PI	4 (3%)	3 (3%)	2 (7%)

Tab. 5: Postoperative Häufigkeit der PI bei den einzelnen Operationsmethoden.

5. Diskussion

In der vorliegenden Arbeit sollte untersucht werden, ob die chirurgische Behandlung einer PSt neben der sofortigen auch zu einer dauerhaften Besserung der hämodynamischen Parameter führt.

Unter diesem Gesichtspunkt wurde das gesamte entsprechende Krankengut der Herzchirurgischen Klinik der Universität München aus der Zeit von 1959 bis 1975 mit einer Gesamtzahl von 255 Fällen retrospektiv untersucht, und ein Vergleich der Früh- und Spätergebnisse nach den verschiedenen Operationsmethoden bei valvulärer bzw. infundibulärer PSt durchgeführt.

Für die Analysierung der klinischen Befunde sowie der hämodynamischen Parameter wurden nur diejenigen Patienten ausgewählt, bei denen ausreichende prä- und postoperative Angaben vorlagen.

Die Operationsindikation wurde in den meisten Fällen auf Grund eines systolischen Spitzendruckes von >70 mm Hg im RV bzw. eines systolischen Druckgradienten von >50 mm Hg an der Pulmonalklappe gestellt. Diese allgemein übliche Indikationsstellung wurde von JOHNSON (18) kritisiert: er forderte die Entscheidung für einen operativen Eingriff in erster Linie unter dem Aspekt der klinischen Symptomatik zu treffen. Es liegt nahe, daß, wie von DERRA (11) argumentiert wird, der systolische RV-Druck mit dem Schlagvolumen variiert und damit nicht allein von dem Durchmesser der stenosierten Pulmonalklappe abhängig ist. Daher wird auch von MOLLER (30) die Meinung vertreten, daß die Bestimmung des RV-Minutenvolumens und des Druckgradienten im Bereich der Pulmonalklappe eine genaue Einschätzung der

hämodynamischen Verhältnisse erlaubt, und nur auf Grund dieser Kriterien die Operationsindikation gestellt werden kann. Auch andere Autoren, wie LUCAS (25) und EDWARDS (14), richten sich hinsichtlich der Operationsindikation nach dem RV-Minutenvolumen und dem Druckgradienten im Bereich des Pulmonalostiums. Nach unseren prä- und postoperativen klinischen sowie hämodynamischen Ergebnissen wäre bei der Operationsindikation auf folgende Kriterien zu achten:

- 1) klinische Symptomatik und hämodynamische Parameter
- 2) Alter des Patienten
- 3) Letalität in Bezug auf die Operationsmethode

Bei Patienten mit einer leichten Form der PSt, die nach bisherigen Erfahrungen im allgemeinen keine Progressionstendenz aufweist, wäre die Indikation zu einem operativen Eingriff sehr zurückhaltend zu stellen. Dagegen ist die Operationsindikation mit Ausnahme der Säuglinge, bei denen die Entscheidung zur Operation wegen der hohen Letalität bis ins späte Kindesalter aufgeschoben werden soll, bei Patienten mit einer mittelschweren PSt in jedem Falle gegeben. Bei einer schweren Form der PSt, die mit ausgeprägten Zeichen des Herzversagens, mit Zyanose, pektanginösen Beschwerden sowie synkopalen Anfällen einhergeht, ist der operative Eingriff absolut indiziert.

Für die Korrektur der PSt wandte man an unserer Klinik die geschlossene und die offenen Operationsmethoden an. Die Wahl der Methode wurde unter Berücksichtigung der Form der PSt (valvulär oder infundibulär) sowie des Alters und des Allgemeinzustandes des Patienten getroffen.

Das zahlenmäßige Verhältnis von Patienten mit valvu-

lärer bzw. infundibulärer PSt war in unserem Krankengut 9 : 1. Bei anderen Autoren, wie BLOUNT (2), BROCK (5), COOLEY (10) und DERRA (11), lag das Verhältnis valvulärer zu infundibulärer PSt zwischen 30 : 1 bzw. 10 : 1. Diese unterschiedlichen Aussagen der einzelnen Autoren sind sicherlich auch auf die Größe des ausgewerteten Krankengutes zurückzuführen. So zählte das untersuchte Kollektiv bei COOLEY (10) weniger als 100 Patienten gegenüber fast 600 bei DERRA (11).

Die Geschlechtsverteilung war bei valvulärem und infundibulärem Typ annähernd gleich.

Aus dem Vergleich der bei Operationsanfang und bei Operationsende gemessenen Drucke im RV und in der PA ist ersichtlich: bei Patienten, die in Einflußsperre bzw. mit Hilfe der EKZ operiert wurden, sank der mittlere systolische Druckgradient bei annähernd gleichem prä- und postoperativen arteriellem Druck auf 61% bzw. 66% des Ausgangswertes ab. Dagegen konnte bei Patienten, die mit der Brockschen Sprengung operiert wurden, nur eine Verringerung des mittleren systolischen Druckgradienten um 22% festgestellt werden.

Bei den 37 in Einflußsperre operierten Patienten lag der systolische Druckgradient bei Operationsende in 70% der Fälle unter 35 mm Hg, in 14% der Fälle zwischen 36 bis 50 mm Hg und in 16% der Fälle zwischen 51 bis 100 mm Hg.

Die 38 Patienten, die mit Hilfe der EKZ operiert wurden, wiesen bei Operationsende in 40% der Fälle einen systolischen Druckgradienten von ≤ 35 mm Hg, in 18% von 36 bis 50 mm Hg und in 42% von 51 bis 100 mm Hg auf.

Bei den 8 mit der Brockschen Sprengung operierten Pa-

tienten lag der systolische Druckgradient am Operationsende in 50% der Fälle unter 35 mm Hg und bei 50% zwischen 36 bis 100 mm Hg. Dieses Operationsergebnis zeigt, daß mit Hilfe der offenen Operationsmethoden im Vergleich zu der geschlossenen Operationsmethode eine bessere Reduktion des Druckgradienten zu erreichen ist. Über entsprechende Ergebnisse bei Anwendung der offenen Operationsmethoden bzw. der geschlossenen wurde von Autoren wie ANDERSON (1), EDWARDS (14) und LILJELHEI (24) berichtet. Nach Meinung dieser Autoren beruht Überlegenheit des offenen gegenüber dem geschlossenen Vorgehen auf folgenden Tatsachen:

- 1) bessere hämodynamischen Ergebnisse
- 2) geringeres Risiko der postoperativen Pulmonalklappeninsuffizienz
- 3) geringere Gefahr der Verletzung und damit verbundenen Blutung aus der Arteria pulmonalis

Andererseits versuchten die Anhänger des geschlossenen Vorgehens die Effektivität dieser Operationsmethode durch Anwendung verschiedener Operationsinstrumente zu verbessern. 1953 erprobte SØNDERGAARD (36) das transventrikuläre Vorgehen mit Hilfe eines Gummidivertikels und eines Valvulotoms, das jedoch keine besseren Operationsergebnisse brachte, genauso wie das 1955 von GLENN (15) vorgeschlagene Verfahren, bei dem man zur Inzision der stenosierten Pulmonalklappe kein Valvulotom, sondern eine Schere benutzte. Trotz mehrerer Verbesserungen der beim geschlossenen Vorgehen verwendeten Instrumente - retrograd schneidendes Valvulotom, POTTsches Valvulotom und nicht zuletzt die KLINNERsche Modifikation des TUBBS-Dilatators - ließ sich in keiner Studie eine Gleichwertigkeit dieser blind durchgeführten Valvulotomie gegenüber den offenen Operations-

methoden nachweisen. Trotz dieser Nachteile ist die Brocksche Sprengung vor allem bei Säuglingen mit schlechtem kardialen Zustand oder unter bestimmten pathologisch-anatomischen Voraussetzungen, wie kleiner aber hypertrophischer RV, doch in Einzelfällen indiziert.

Der Vergleich der Operationsergebnisse der in Einflußsperre und der mit Hilfe der EKZ operierten Patienten zeigte, daß diese beiden Operationsmethoden bei der Behandlung einer valvulären PSt als gleichwertig anzusehen sind. Trotz dieser auch von anderen Autoren, wie SHUMACKER (35) und HANLON (16), festgestellte Gleichwertigkeit sollte bei Patienten mit Risikofaktoren, wie dekompensierte Herzinsuffizienz, anzunehmenden Myokardschäden und hohem Alter, der Korrektur mit Hilfe der EKZ Vorrang gegeben werden. Nach Meinung von HANLON (16) bietet die Anwendung der EKZ bei diesen Patienten durch die unmittelbar vor und nach der Korrektur bessere Perfusion des Gesamtorganismus, sowie die Entlastung des Herzens im partiellen By-pass, eine zusätzliche Sicherheit.

Während des ersten postoperativen Jahres wurde bei 12 Patienten wegen des Verdachts auf Rezidiv eine erneute Herzkatheteruntersuchung durchgeführt. 7 Patienten, von denen 2 in Einflußsperre, 4 mit Hilfe der EKZ und 1 mit der Brockschen Sprengung operiert wurden, wiesen einen systolischen Druckgradienten zwischen 10 bis 30 mm Hg auf. Weitere 3 Patienten, die mit Hilfe der EKZ operiert worden waren, zeigten einen systolischen Druckgradienten von 50 bis 60 mm Hg. Bei 2 Patienten, von denen einer in Einflußsperre und anderer mit Hilfe der EKZ operiert wurde, fand sich eine erhebliche Hypertrophie des Infundibulums und damit verbundener Anstieg des systolischen Druckgra-

dienten auf 85 bzw. 140 mm Hg. Die Tatsache, daß diese Infundibulumhypertrophie, die in geringerem Maß schon zur Zeit der Operation vorhanden gewesen war, nicht beseitigt wurde, ist folgendermaßen zu erklären: unter der Annahme, daß es sich um eine durch eine valvuläre PST verursachte sekundäre hypertrophische Infundibulumstenose handelte, wurde diese belassen. Eine derartige Infundibulumstenose ist nach zahlreichen Beobachtungen von BROCK (6), McGOON (29) und SWAN (37) im Laufe von Monaten bis zu mehreren Jahren rückbildungsfähig. Nur vereinzelt sind Fälle bekannt geworden, bei denen ein postoperativ erhöhte Druckgradient persistierte. Eine weitere mögliche Erklärung wäre nach BROCK (6) in der sekundär fibrotischen Umwandlung der zunächst hypertrophischen Infundibulumstenose zu sehen. Aus diesen postoperativen Katheterbefunden ergeben sich folgende Konsequenzen: bei den 7 Patienten mit einem systolischen Druckgradienten zwischen 10 bis 30 mm Hg ist es angezeigt in halbjährlichen Abständen Kontrolluntersuchungen vorzunehmen, entsprechend dem Verlauf könnte sich die Einleitung einer konservativen Therapie als nötig erweisen. Bei den 3 Patienten mit einem systolischen Druckgradienten zwischen 50 bis 60 mm Hg wären mehrere ausführliche klinische Untersuchungen im Jahr sinnvoll; falls es zum weiteren Anstieg des systolischen Druckgradienten kommen sollte, wäre eine Reoperation erforderlich. Bei den 2 Patienten mit erheblicher Infundibulumhypertrophie erscheint in Anbetracht des hohen systolischen Druckgradienten von 85 bzw. 140 mm Hg und der damit verbundenen Gefahr der irreparablen Myokardschäden ein erneuter chirurgischer Eingriff indiziert.

Aus der Auswertung der postoperativen Röntgenbefunde

bei den mit verschiedenen Operationsverfahren - Valvulotomie in Einflußsperre bzw. mit Hilfe der EKZ - behandelten Patienten, bei denen präoperativ in allen Fällen Zeichen einer Rechtsherzvergrößerung nachweisbar waren, geht hervor: von den 43 in Einflußsperre operierten Patienten wiesen 40% nach dem 3. postoperativen Jahr eine normale Herzgröße auf. Die Röntgenuntersuchungen der 21 mit Hilfe der EKZ operierten Patienten ergaben nach dem 3. postoperativen Jahr bei 62% eine normale Herzkonfiguration. Bei den restlichen Patienten beider Kollektive konnte nur eine mäßige Abnahme der Rechtsherzvergrößerung festgestellt werden. Eine sichere Erklärung für die prozentual häufigere Abnahme der Rechtsbetonung bei den mit Hilfe der EKZ operierten Patienten war nicht zu finden. Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß die möglichen subjektiv bedingten Unterschiede bei der Beurteilung der Röntgenbilder durch mehrere Röntgenologen eine Rolle spielten.

Bei 94 Patienten mit valvulärer PSt konnten EKG-Befunde, die in regelmäßigen Abständen bis 3 Jahre nach der Operation erhoben worden waren, ausgewertet werden. Von diesen Patienten, bei denen präoperativ in EKG-Befunden Zeichen der Rechtshypertrophie vorlagen, waren 56 in Einflußsperre, 25 mit Hilfe der EKZ und 13 mit der Brockschens Sprengung operiert worden. Die EKG-Befunde der 13 mit der Brockschens Sprengung operierten Patienten konnten wegen der geringen Patientenzahl nicht als repräsentativ gewertet werden. Die Auswertung der postoperativen EKG-Befunde zeigt: 28% (n=7) der mit Hilfe der EKZ und 25% (n=14) der in Einflußsperre operierten Patienten wiesen 3 Jahre nach dem operativen Eingriff ein normales EKG auf. Auch bei den übrigen Patienten war im Vergleich zu

den präoperativen EKG-Befunden eine Rückbildung der Rechtsbelastung zu beobachten. Auch andere Autoren, wie TANDON (38) und EDWARDS (14), berichten über die kontinuierliche Rückbildungstendenz der Zeichen einer Rechtshypertrophie, die nicht nur im ersten postoperativen Jahr, sondern auch später (bis zum Ende des dritten postoperativen Jahres) im EKG nachweisbar war.

Die hinsichtlich der Rechtsbelastung fast identischen postoperativen EKG-Befunde der oben genannten Kollektiven lassen trotz der unterschiedlichen Patientenzahl (56 bzw. 21) auf die Gleichwertigkeit der beiden Operationsmethoden schließen.

Die Divergenz zwischen den EKG- und den Röntgenbefunden ist auf die Schwierigkeiten bei der Beurteilung der Röntgenbilder zurückzuführen; die leichte oder mittelschwere PSt mit vorwiegender konzentrischer Hypertrophie, die im EKG leicht festzustellen ist, stellt sich in den Röntgenbildern nur als geringfügige Vergrößerung der rechten Kammer dar. Trotz dieser Divergenz deuten die postoperativen EKG- und Röntgenbefunde auf eine sich über Jahre fortsetzende Rückbildung der Hypertrophiezeichen hin.

Die Operation der valvulären PSt war in unserem Krankengut mit einer Letalität von 2,6% und die der infundibulären PSt mit 14% belastet. Damit lag die Gesamtletalität bei 3,5%. Andere Autoren, wie TANDON (38) und SCHRIRE (33) gaben die Operationsletalität mit 2,7% bzw. 3,3% bei der valvulären und mit 0% bzw. 10% bei der infundibulären PSt an. Die in unserer Studie, im Verhältnis zu den oben genannten Autoren, höher liegende Letalität bei der infundibulären PSt ist offenbar in den anfänglichen Schwierigkeiten - insbesondere hinsichtlich der Anwendung der EKZ - begründet. Ein weite-

rer Grund wäre in der ungleichen Größe des untersuchten Kollektivs bei TANDON (38) mit 6, SCHRIRE (33) mit 10 und unseres mit 29 Patienten zu sehen.

Beim Vergleich der Letalität bei den einzelnen Operationsmethoden zeigte sich, daß die mit der Brockschen Sprengung operierten Patienten die höchste Letalität mit 10,3% aufwiesen. BROCK (6) gibt für sein Krankengut bei der Brockschen Sprengung die Letalität mit 8,3% an. Die hohe Letalität ist sicherlich auf den schlechten kardialen Zustand dieser Patienten zurückzuführen, der einerseits eine dringende Operationsindikation darstellt, andererseits ein hohes Operationsrisiko bedeutet. Als weitere Ursache ist in dem geringen Alter der Patienten zu sehen; von den 29 mit der Brockschen Sprengung operierten Patienten waren 18 (62%) im Alter zwischen 4 Wochen und 2 Jahren. Für diese Altersgruppe wurde eine Letalität von 22,2% registriert. Nach Berichten von KEITH (19) liegt die Letalität bei Säuglingen und Kleinkindern sogar bei 50%. Die niedrigste Letalität mit 0,8% wurde bei den 125 in Einflußsperre operierten Patienten festgestellt. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, daß unter Sicht ein genaueres und damit auch sichereres Operieren möglich ist. Autoren wie DUBOST (13) und DERRA (11) berichten über Letalität zwischen 0% und 1,4%. Die Letalität bei den 101 mit Hilfe der EKZ operierten Patienten betrug 5,9%. Diese Prozentzahl beinhaltet die Letalität der 29 Patienten mit infundibulärer PSt, von denen 14% (n=4) verstarben, sowie der 72 Patienten mit valvulärer PSt, von denen 2,8% (n=2) ad exitum kamen. Diese relativ hohe Letalität bei den Patienten mit infundibulärer PSt ist auf die schon oben erwähnten anfänglichen Schwierigkeiten zurückzuführen.

ren.

Die häufigste Todesursache war mit 60% das primäre Herzversagen und bei jeweils einem Patienten Bronchopneumonie mit nachfolgender Sepsis, postoperative Lungenfunktionsstörung bei Hyalinose der Lunge, Lungen- und Hirnembolie. Als Ursache des primären Herzversagens ist der exzessiv hohe präoperative RV-Druck, der in allen 6 Fällen über 170 mm Hg lag und zur irreparablen Myokardschädigung geführt hatte, anzusehen. Auch bei anderen Autoren, wie CLELAND (8) und LURIE (26) wurde das primäre, myokardial bedingte Herzversagen als häufigste Todesursache festgestellt. Als weitere Todesursachen gaben TANDON (38) hämorrhagische Diathese, MATHEY (27) Hirnembolie, ZERBINI (39) Lungenödem und SEIDEL (34) Wundinfektion an.

Von den 255 operierten Patienten unseres Kollektivs wurden 124 mit valvulärer PST in jährlichen Abständen phonokardiographisch untersucht. Annähernd 75% der in Einflußsperre bzw. der mit Hilfe der EKZ operierten Patienten wiesen - gemessen an der Intensität des systolischen Geräusches - postoperativ eine leichte Reststenose auf, die gemäß den präoperativen Erfahrungen einem systolischen Druckgradienten von weniger als 35 mm Hg entsprechen dürfte. Bei 24% der in Einflußsperre und bei 21% der mit Hilfe der EKZ operierten Patienten zeigte sich an Hand dieser Kriterien eine mittelschwere Reststenose. Eine schwere Reststenose, die einem systolischen RV-Druck von mehr als 100 mm Hg entspricht, wurde bei 1 in Einflußsperre und 1 mit Hilfe der EKZ operierten Patienten auf Grund des postoperativen phonokardiographischen Befundes diagnostiziert. Die mit

der Brockschen Sprengung operierten Patienten wiesen in 85% der Fälle eine leichte und in 15% eine mittelschwere Reststenose auf. Die leichte und mittelschwere Reststenose hängt sicherlich mit der sekundären Infundibulumhypertrophie zusammen, die sich erst im Laufe von Monaten bis zu mehreren Jahren zurückbildet. Bei den mit der Brockschen Sprengung operierten Patienten ist die Reststenose mit hoher Wahrscheinlichkeit in erster Linie auf die unzureichende Trennung der Kommissuren zurückzuführen. Als weitere Ursache der postoperativen Reststenose dürfte in manchen Fällen ein hypoplastischer bzw. narbig verengter Klappenring und vor allem bei älteren Patienten mit präoperativ hochgradiger PSt IRMER (17), eine Myokardfibrose in diesem Bereich anzusehen sein. Bei den 2 Patienten mit einer schweren Reststenose handelt es sich um eine - durch postoperative Herzkatheteruntersuchung festgestellte - echte Infundibulumstenose, die eine Reoperation erfordert.

Die postoperativen auskultatorischen und phonokardiographischen Nachuntersuchungen bei den 227 Patienten mit ausnahmslos valvulärer PSt ergaben: 12% der mit Hilfe der EKZ, 17% der in Einflußsperre und 24% der mit der Brockschen Sprengung operierten Patienten wiesen postoperativ eine Pulmonalklappeninsuffizienz (PI) auf. Aus diesem Operationsergebnis ist ersichtlich, daß das Risiko der postoperativen PI bei dem geschlossenen Vorgehen fast doppelt so hoch war wie bei den offenen, also auf die blind durchgeführte Sprengung der stenosierten Pulmonalklappe zurückzuführen ist. Von CAMPBELL (7) wurde die postoperative Häufigkeit einer PI mit 82% bei dem geschlossenen und mit 12% bei den offenen Vorgehen an-

gegeben. Diese hohen Prozentzahlen sind leicht zu erklären, wenn man berücksichtigt, daß durch den operativen Eingriff die Stenose beseitigt, aber an den häufig deformierten Taschen ein dicht schließender Klappenapparat kaum zu erhalten ist. Bemerkenswert ist auch, daß die durch PI auftretenden Geräusche in 15-20% der Fälle in der ersten postoperativen Phase fehlen und erst später auftreten bzw. sich verstärken. Zu überlegen ist, ob dabei die Rückbildung der Muskelhypertrophie in der Ausflußbahn oder aber endokarditische Prozesse an der Pulmonalklappe eine Rolle spielen.

Schlußfolgerung

Auf Grund des Vergleichs der Früh- und Spätergebnisse nach der operativen Behandlung der PSt läßt sich feststellen, daß nach einer sofortigen Besserung der hämodynamischen Parameter auch langfristig eine günstige Tendenz im Sinne einer weiteren Abnahme des systolischen RV-Druckes bei annähernd gleichbleibenden systolischen PA-Druckes beobachtet werden kann.

Die Operationsindikation ist gegeben, wenn eindeutig durch die PSt ausgelöste Beschwerden vorhanden sind, die klinischen Untersuchungen eine Progredienz der Stenose oder Belastung des rechten Ventrikels erkennen lassen und der Druckgradient an der Pulmonalklappe bzw. der systolische RV-Druck mehr als 50 bzw. 70 mm Hg beträgt.

Für Säuglinge und Kleinkinder in schlechtem kardialem Zustand jedoch bei dringender Operationsindikation,

wird wegen der hohen Letalität bei offenen Methoden die Anwendung der Brockschen Sprengung angezeigt. Die Vorteile dieser Operationsmethode liegen in der verhältnis- raschen Durchführung der Valvulotomie. Der wesentliche Nachteil liegt aber abgesehen von der blind durchgeführten Sprengung sowie der Gefahr von Verletzung (z.B. Einriß der PA) darin, daß eine infundibuläre PSt nicht beseitigt werden kann und zusätzliche intrakardialen Anomalien nicht in gleicher Sitzung zu korrigieren sind, falls sie während des operativen Eingriffes entdeckt werden. Aus diesem Grund sollte eine Herz-Lungen-Maschine in Bereitschaft stehen.

Die Einflußsperre sollte bei Patienten in Kindesalter und Erwachsenen mit valvulärer PSt angewendet werden. Diese Operationsmethode ermöglicht unter direkter Sicht eine genaue und dosierte Behebung der valvulären PSt. In Anbetracht der guten Operationsergebnisse und des sehr geringen Risikos sowie der relativ einfachen Durchführung hat sich die Einflußsperre bei der Behandlung der valvulären PSt als Methode der Wahl erwiesen.

Die extrakorporale Zirkulation dient in erster Linie zur Beseitigung der infundibulären PSt. Als weitere Indikation für die Anwendung der EKZ ist wegen der Schwierigkeiten bei der Korrektur die Pulmonalklappenhypoplasie mit verengtem Klappenring anzusehen; außerdem gilt das höhere Lebensalter als Indikation für die Anwendung der EKZ, da ältere Patienten einen Eingriff in Einflußsperre schlecht tolerieren (CLELAND (8) und COOLEY (10)).

6. Zusammenfassung

255 Patienten mit Pulmonalstenose wurden mit Hilfe der EKZ, der Einflußsperre und der Brockschen Sprengung operiert und postoperativ in jährlichen Abständen nachuntersucht.

Von diesen 255 Patienten wiesen 227 eine valvuläre und 28 eine infundibuläre PSt auf.

Das Durchschnittsalter lag bei 13,6 Jahren, wobei der jüngste Patient 4 Wochen und der älteste 54 Jahre alt war.

In EKG- und Röntgenbefunden konnte langfristig eine weitgehende Normalisierung der Herzkonfiguration, die präoperativ Hypertrophiezeichen aufwies, nachgewiesen werden.

Die größte Senkung des systolischen RV-Druckes wurde bei Patienten, die mit Hilfe der EKZ, und die geringste bei Patienten, die mit der Brockschen Sprengung operiert wurden, erzielt.

Die Gesamtletalität betrug 3,5%, wobei die höchste Sterblichkeit mit 10,3% bei Patienten, die mit der Brockschen Sprengung und die niedrigste mit 0,8% bei Patienten, die in Einflußsperre operiert wurden, zu registrieren war.

Die häufigste Todesursache, unter den 10 Fällen mit letalem Ausgang, war mit 60% das primäre Herzversagen.

Das größte Risiko einer postoperativen Pulmonalklappeninsuffizienz wurde mit 12% bei der Brockschen Sprengung, das geringste mit 6% bei der offenen Valvulotomie mit Hilfe der EKZ festgestellt.

In 2 Fällen (0,8%) war eine Reoperation wegen Rezidiv erforderlich.

7. Literaturverzeichnis

1. ANDERSON I.M., NOURI-MOGHADDAM S.
Severe pulmonary stenosis in infancy and
early childhood.
Thorax 24 312 (1969)
2. BLOUNT S.G., McCORD M.C., MUELLER H., SWAN H.
Isolated valvular pulmonic stenosis. Clinical and physiologic response to open valvuloplasty.
Circulation 10 161 (1954)
3. BOYLE D.McC., MORTON P., PANTRIDGE J.F.
The electrocardiogram in pulmonary valve stenosis with intact ventricular septum.
Brit. Heart J. 26 477 (1964)
4. BRAIMBRIDGE M.V., OAKLEY C.M., BENTLEY H.H., CLELAND W.P.
Pulmonary valve stenosis without ventricular septal defect, results of surgery.
Thorax 21 164 (1966)
5. BROCK R.C.
The surgical treatment of pulmonary stenosis.
Brit. Heart J. 23 337 (1961)
6. BROCK R.C.
Surgical treatment of pulmonary valve stenosis.
J. cardiovasc. Surg. special issue,
Torino, Minerva S. 1 (1964)

7. CAMPBELL M.
Valvulotomy as a curative procedure for
simple pulmonary stenosis.
Brit. Heart J. 21 415 (1959)
8. CLELAND W.P., GOODWIN J.F., BENTALL H.H., OAKLEY C.M.
A decade of open heart surgery.
Lancet I 191 (1968)
9. COHEN A.I., McINTOSH H.D.
Pulmonary stenosis: The importance of
myocardial factor in determining the
clinical course and surgical results.
Amer. Heart J. 65 715 (1963)
10. COOLEY D.A., HALLMAN G.L.
Congenital cardiovascular anomalies in
adults. Results of surgical treatment
in 167 patients over age 35.
Amer. J. Cardiol. 17 303 (1966)
11. DERRA E., BIRCKS W.
Resultate der Korrektur der valvulären
Pulmonalstenose unter direkter Sicht.
J. cardiovasc. Surg. special issue,
Torino, Minerva S. 47 (1964)
12. DOERR W.
Pathologische Anatomie der angeborenen
Herzfehler. Handbuch der inneren Medizin,
Bd. IX/3.
Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer (1960)

13. DUBOST CH., BLONDEAU P., PIWNICA A., CACHERA J.P.
Triatement chirurgical des stenoses pulmonaires: a propos de 140 cas operes.
J. cardiovasc. Surg. special issue,
Torino, Minerva S. 7 (1964)
14. EDWARDS F.R.
Pulmonary valvulotomy and infundibulectomy.
Brit. Heart J. 22 472 (1960)
15. GLENN W.W.L.
Circulatory bypass of the right side of the heart. IV. Shunt between superior vena cava and distal right pulmonary artery - report of clinical application.
New England J. Med. 259 117 (1958)
16. HANLON C.R., KAISER G.C., MUDD J.F., WILLMAN V.L.
Closed pulmonary valvotomy.
J. cardiovasc. Surg. special issue,
Torino, Minerva S. 9 496 (1968)
17. IRMER W., HOHMANN H.
Pulmonalklappenstenosen mit und ohne Vorhofseptumdefekt.
Zbl. Chir. 94 1 (1969)
18. JOHNSON L.W., GROSSMAN W., DALEN J.E., DEXTER L.
Pulmonic stenosis in the adult.
New England J. Med. 287 1159 (1972)
19. KEITH J.D., ROWE R.D., VLAD P.
Heart disease in infancy and childhood.
New York, the Macmillan Co. 365 (1958)

20. KIRKLIN J.W., CONNOLLY D.C., ELLIS F.H., BURCHELL H.B.

EDWARDS J.E.

Problems in the diagnosis and surgical treatment of pulmonic stenosis with intact ventricular septum.

Circulation 8 849 (1953)

21. KLINNER W.

Die Beseitigung der isolierten valvulären Pulmonalstenose durch transpulmonales Vorgehen unter Drosselung des Hohlvenenzuflusses.

Allgemeine und spezielle Operationslehre, Bd. VI/1 S. 560 - 564

Berlin-Heidelberg-New York: Springer (1967)

22. LAM C.R., TABER R.E.

Simplified technique for direct vision pulmonary valvotomy.

J. thorac. Surg. 38 309 (1959)

23. LEWIS J.M., MONTERO A.C., KINARD S.A., DENNIS E.W.

Hemodynamic response to exercise in isolated pulmonic stenosis.

Circulation 29 854 (1964)

24. LILLEHEI C.W., SIMMONS R.L., TODD D.B.

Late hemodynamic response to correction of isolated pulmonary stenosis by open operation during pulmonary bypass.

Circulation 32 258 (1965)

25. LUCAS R.V., MOLLER J.H.
Pulmonary valvular stenosis.
Cardiovasc. Clin. 2 155 (1970)
26. LURIE P.R., SCHULTZ D.M., KLATTE E.C.
Obstructive ventricular hypertrophy
causing functional aortic and pulmo-
nary stenosis.
J. Dis. Child. 100 743 (1960)
27. MATHEY J., GALEY J.J., BINET J.P., GOUX S.
Stenose de l'artere pulmonaire avec
septum interventriculaire intact.
J. cardiovasc. Surg. special issue,
Torino, Minerva S. 16 (1964)
28. MCGOON D.C.
Technics of open-heart surgery for
congenital heart disease.
Curr. Probl. Surg. 3 (1968)
29. MCGOON D.C., KIRKLIN J.W.
Pulmonis stenosis with intact ven-
tricular septum.
Circulation 17 180 (1958)
30. MOLLER J.H., ADAMS P.
A simplified method for calculating
the pulmonary valvular area.
Amer. Heart J. 72 463 (1966)

31. MOTSCH K., SERFLING H.J., BARTEL J., IWANOFF S.
Postoperative Untersuchungen an
Kindern mit isolierter valvulärer
Pulmonalstenose.
Dtsch. Gesundheitswes. 23 529 (1968)
32. OAKLEY C.M., BRAIMBRIDGE M.V., BENTALL H.H., CLELAND W.P.
Reversed interatrial shunt following
complete relief of pulmonary valve
stenosis.
Brit. Heart J. 26 662 (1964)
33. SCHRIRE V.
Experience with congenital heart disease
at Groote Schuur Hospital, Cape Town. An
analysis of 1439 patients over an eleven
year period.
S. Afr. med. J. 37 1175 (1963)
34. SEIDEL W., KOVACICEK S., KLINNER W., SEIDEL R.
Ergebnisse der Korrektur der Kombination
von Pulmonalstenose und Vorhofseptumde-
fekt.
Thoraxchirurgie 16 160 (1968)
35. SHUMACKER H.B., GLOVER J., KING H.
Pulmonary valvulotomy: with or without
cardiopulmonary bypass?
Amer. Surg. 27 565 (1961)

36. SØNDERGAARD T.

Closure of atrial septal defects.

Report of three cases.

Acta chir. scand. 107 492 (1954)

37. SWAN H., CLEVELAND H.C., MUELLER H., BLOUNT S.G.

Pulmonary valvular stenosis: results
and technique of open valvuloplasty.

J. thorax Surg. 28 540 (1954)

38. TANDON R., NADAS A.S., GROSS R.E.

Results of open heart surgery in pa-
tients with pulmonic stenosis and in-
tact ventricular septum. A report of
108 cases.

Circulation 31 190 (1965)

39. ZERBINI E.J., BITTENCOURT D., JATENE A.D.

Heart valve surgery.

J. thorac. cardiovasc. Surg. 49 287 (1965)

Lebenslauf

Am 26. Mai 1949 wurde ich, Vladimir Krcmar, als Sohn des Beamten Antonin Krcmar und seiner Ehefrau Milada, geb. Hlavacek, in Prag geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule besuchte ich von 1959 an das Wilhelm-Pieck-Gymnasium in Prag, ab 1964 das Arbeiter-Gymnasium in Aussig an der Elbe, an dem ich 1968 die Reifeprüfung ablegte.

Im Dezember 1968 emigrierte ich in die Bundesrepublik Deutschland. In München studierte ich 2 Semester an dem Studienkolleg, an dem ich im Februar 1970 die Feststellungsprüfung ablegte.

Von 1970 bis 1975 studierte ich an der Ludwig-Maximilians-Universität München Medizin; im Oktober 1972 legte ich die ärztliche Vorprüfung und im Dezember 1975 das medizinische Staatsexamen ab.

Zur Zeit arbeite ich als Assistenzarzt an der gynäkologischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Gunzenhausen.

